

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.12.2023 15:37:07
Уникальный идентификатор:
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет аграрных технологий

Кафедра Химии и физико-химических методов исследования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Л.И. Задорожная
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине
по направлению подготовки
по профилю подготовки (специализации)

Б1.О.22 Химия и физика твердого тела
18.03.01 Химическая технология
Химическая технология синтетических биологически
активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и
косметических средств
бакалавр
Заочная,
2023

квалификация (степень) выпускника
форма обучения
год начала подготовки

Майкоп



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология

Составитель рабочей программы:

Профессор, доц., д-р
философских наук
(должность, ученое звание, степень)

Подписано простой ЭП
10.11.2023
(подпись)

Беданокв Рамазан Асланович
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Химии и физико-химических методов исследования
(название кафедры)

Заведующий кафедрой:
27.11.2023

Подписано простой ЭП
27.11.2023
(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП
заведующий выпускающей
кафедрой
по направлению подготовки
(специальности)
27.11.2023

Подписано простой ЭП
27.11.2023
(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна
(Ф.И.О.)

Согласовано:

НБ МГТУ

(название подразделения)

17.11.2023

Подписано простой ЭП
17.11.2023
(подпись)

И. Б. Берберьян
(Ф.И.О.)



1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью курса «Химия и физика твердого тела» теоретическая подготовка по химии и физике твердого тела для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники. Подробный анализ решений простейших квантово-механических задач и рассмотрение модельных систем в теории химической связи и физики поверхности позволяют наполнить строгим физическим содержанием основные понятия, которыми химик пользуется в своей повседневной практике при характеристике свойств многоэлектронных атомов и молекулярных систем, а также определить границы применимости тех или иных теоретических закономерностей, научить прогнозировать свойства химических элементов и их соединений.

Задачами дисциплины являются изучение:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физики твердого тела; наиболее важных открытиях в области химии и физики твердого тела, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- овладение умениями выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания для объяснения разнообразных химических и физических явлений и свойств веществ;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений.



2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина входит в перечень курсов обязательной части. Курс «Химия и физика твердого тела» логически и методически связан с дисциплинами математика, физика, квантовая механика и квантовая химия, статистическая физика, электрохимия, коррозия и защита металлов, прикладная электрохимия. Он необходим для успешного освоения теоретических основ неорганической и органической химии, строения вещества, физических методов исследования структуры молекулярных систем.

Студенты, изучающие дисциплину «Химия и физика твердого тела», должны иметь базовые знания по математике и физике.



3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ОПК-2.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности
ОПК-2.2	Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности
ОПК-2.3	Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности
ОПК-2.4	Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
ОПК-5.1	Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик
ОПК-5.2	Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
ОПК-5.3	Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химико-технологического содержания
ОПК-5.4	Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности
ОПК-6.1	Способен изучать, понимать и формировать причинно-следственные связи в принципах работы современных информационных технологий
ОПК-6.2	Способен использовать принципы работы современных информационных технологий для решения задач химической направленности
ПКУВ-1.1	Планирует и проводит отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР и НИОКР
ПКУВ-1.2	Готовит элементы документации по отдельным этапам НИР и НИОКР
ПКУВ-1.3	Выбирает технические средства и методы испытаний из набора имеющихся для решения поставленных задач НИР и НИОКР
ПКУВ-1.4	Готовит объекты исследования
ПКУВ-2.1	Проводит первичный поиск информации по заданной тематике по всем доступным базам данных, в том числе патентным базам данных
ПКУВ-2.2	Составляет литературные обзоры по заданной тематике с использованием всех доступных источников



4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)	Виды занятий					Итого часов	з.е.
			Эк	Лек	Пр	КРАТ	Контроль		
Курс 5	Сем. 9	1	10	10	0.35	8.65	151	180	5



5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	1		1				18	
9	Электронная структура твердых тел	2		2				18	
9	Динамика кристаллической решетки	1		1				18	
9	Дефекты в твердых телах	1		1				18	
9	Линейные и плоские дефекты	1		1				18	
9	Объемные дефекты в твердых телах	1		1				18	
9	Явления на поверхности твердых тел	1		1				18	
9	Реакционная способность твердых тел	2		2				25	
9	Промежуточная аттестация: экзамен					0,35	8,65		
	ИТОГО:	10		10		0.35	8.65	151	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Химия и физика твердого тела», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа		1		Классификация твердых тел. природа химической связи. Основы химической термодинамики. Основные понятия статистической физики. Принципы физико-химического анализа. Теория твердых растворов. Закономерности механики молекулярных процессов. Симметрия в твердых телах. Кристаллографическое и кристаллохимическое описание твердых тел	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: подходы к решению задач из основных разделов математики, а также их приложения к теоретической химии, принципы математического моделирования химических реакций; Уметь: использовать математический аппарат при изучении и количественном описании физических процессов и явлений, а также при решении физических задач. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования моделей химических процессов.	, Слайд-лекция
9	Электронная структура твердых тел		2		Зонный характер энергетического спектра электронов в твердых телах. Энергетический спектр электронов в твердом кристалле. Построение зон Бриллюэна. Заполнение зон электронами.. Построение поверхностей Ферми. Поверхности Ферми в металлах с частично заполненными d- и f-оболочками. Зонная структура полупроводников. Плотность квантовых состояний в зонах и их распределение по	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: возможности программных пакетов общего назначения (Microsoft) при решении задач химической направленности Уметь: применять прикладное программное обеспечение при организации решения производственных задач химической направленности, Владеть: навыками практического применения программного обеспечения при решении задач химической направленности	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					энергиям. Экспериментальное подтверждение существования зонной структуры твердых тел.			
9	Динамика кристаллической решетки		1		Виды динамики твердых тел. Континуальный анализ упругости твердых тел. Определение упругого модуля твердого тела. Атомистический анализ динамики кристаллической решетки. Свойства твердых тел, формируемые фоновым спектром. Эффекты ангармонизма колебаний атомов кристаллических решеток	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: содержание процессов и самоорганизации и особенностей и технологией реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности Уметь: использовать химические, математические и физические модели; определять возможность рационального использования естественнонаучных законов в различных областях науки и техники Владеть: навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств веществ	, Слайд-лекция
9	Дефекты в твердых телах		1		Общие представления о дефектах в кристаллах. Вакансии в металлах и сплавах. Вакансии в ковалентных и ионных кристаллах. Миграция вакансий и самодиффузия атомов в кристаллах. Антиструктурные дефекты. Термодинамика собственных точечных дефектов. Примесные точечные дефекты. термодинамическое описание примесной растворимости в кристалле. Макроскопическая модель	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: математические теории и методы, применяемые при обработке данных Уметь: использовать основные методы статистической обработки данных и аппроксимации численных характеристик Владеть: методами статистической обработки информации, основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата при обработке данных	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					растворения примесей в узлах и междоузлиях кристаллической решетки.			
9	Линейные и плоские дефекты		1		Общие представления о дислокациях. Энергетика и источники дислокаций. Взаимодействия дислокаций с дефектами. Плоские дефекты	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: теоретические основы базовых химических и физических дисциплин, методы и способы решения исследовательских задач, методики и способы проведения эксперимента, методы математической статистики Уметь: использовать информационные ресурсы, анализировать полученные в опытах результаты с использованием методов математической статистики Владеть: навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач, новыми методами исследования	, Слайд-лекция
9	Объемные дефекты в твердых телах		1		Виды объемных дефектов. Макронапряжения. Трещины. Поры. Проявление объемных дефектов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ-1.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: информационные технологии, способствующие организации профессиональной деятельности; основы обеспечения компьютерной и технологической поддержки профессиональной деятельности. Уметь: находить причинно-следственные связи в принципах работы современных информационных технологий; обеспечивать	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							сопровождение профессиональной деятельности средствами компьютерной и технологической поддержки. Владеть: способами пополнения профессиональных знаний на основе использования оригинальных источников, в том числе электронных, из разных областей общей и профессиональной культуры	
9	Явления на поверхности твердых тел		1		Общие представления о поверхности твердых тел. Структура и энергетика поверхности. Электронная эмиссия и поверхностная ионизация. Адсорбция на поверхности твердых тел. Виды и природа адсорбции. Применение адсорбции в научном эксперименте и технике. Поверхностная диффузия	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: методы планирования эксперимента, построения моделей изучаемых объектов Уметь: планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы. Владеть: общими навыками анализа, синтеза, сравнения, обобщения и доказательства	, Слайд-лекция
9	Реакционная способность твердых тел		2		Типы твердотельных реакций. Реакции твердое тело-газ. Реакции твердое тело-жидкость. Реакции твердое тело-твердое тело. Твердофазные реакции с тугоплавкими соединениями. Внутритвердотельные реакции.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПКУВ -2.1; ПКУВ -2.2; ПКУВ-1.1; ПКУВ-1.2; ПКУВ-1.3; ПКУВ-1.4;	Знать: методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных; основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных Уметь: проводить	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							поиск научной и технической информации с использованием общих и специализированных баз данных; применять специализированное программное обеспечение при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных; использовать специализированное программное обеспечение при представлении результатов работы профессиональному сообществу. Владеть: навыками применения специализированного программного обеспечения и баз данных при	
9	Промежуточная аттестация: экзамен							
	ИТОГО:		10					

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
9	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	Термодинамические расчеты. Построение диаграмм по физико-химическому анализу		1	
9	Электронная структура твердых тел	Расчет зонных диаграмм		2	
9	Динамика кристаллической решетки	Расчет упругих характеристик твердых тел		1	
9	Дефекты в твердых телах	Вакансии в металлах и сплавах. Вакансии в ковалентных и ионных кристаллах		1	
9	Линейные и плоские дефекты	Зонные диаграммы металлов и сплавов в присутствии линейных и плоских дефектов		1	
9	Объемные дефекты в твердых телах	Расчет макронапряжений		1	
9	Явления на поверхности твердых тел	Построение энергетических диаграмм и граничных поверхностей МО, расчет энергетики поверхности твердых тел различной природы		1	
9	Реакционная способность твердых тел	Реакции твердое тело-газ. Реакции твердое тело-жидкость. Реакции твердое тело-твердое тело. Твердофазные реакции с тугоплавкими соединениями. Внутритвердотельные реакции.		2	
9	Промежуточная аттестация: экзамен				
	ИТОГО:			10	

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование симуляционных занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
	ИТОГО:				

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
	ИТОГО:				

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
9	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	1-2 неделя		18	
9	Электронная структура твердых тел	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	3-4 неделя		18	
9	Динамика кристаллической решетки	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	5-6 неделя		18	
9	Дефекты в твердых телах	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	7-8 неделя		18	
9	Линейные и плоские дефекты	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	9-10 неделя		18	
9	Объемные дефекты в твердых телах	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	11-12 неделя		18	
9	Явления на поверхности твердых тел	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	13-14 неделя		18	
9	Реакционная способность твердых тел	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	15-16 неделя		25	
ИТОГО:					151	

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Модуль	Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Модуль 3 Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность	1 занятие, МГТУ	Великие ученые-физики в России	Лекция-беседа	проф. Р.А. Беданов	ОПК-2.1; ОПК-2.3; ОПК-5.2;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
Беданок, Р.А. Квантовая физика и элементы квантовой механики/ Р.А. Беданок.- С-Петербург: Лань, 2020.	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+0814BB

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; под ред. Л.А. Алешина. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/26903.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-94836-327-1	http://www.iprbookshop.ru/26903.html
Антипин, М.И. Основы механики недеформируемого твердого тела. Кинематика и статика. Руководство к решению задач : учебное пособие / М.И. Антипин. - Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 161 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/90183.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 2227-8397	http://www.iprbookshop.ru/90183.html
Артамонова, О.В. Химия твердого тела : учебное пособие / О.В. Артамонова. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 168 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/55066.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-89040-529-6	http://www.iprbookshop.ru/55066.html
Бутягин, П.Ю. Химическая физика твердого тела : учебное пособие / П.Ю. Бутягин. - Москва : Московский государственный университет, 2006. - 272 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/13047.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 5-211-04970-5	http://www.iprbookshop.ru/13047.html

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.



7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1. Классификация твердых тел. природа химической связи.
2. Основы химической термодинамики.
3. Основные понятия статистической физики.
4. Принципы физико-химического анализа.
4. Теория твердых растворов.
5. Закономерности механики молекулярных процессов.
6. Симметрия в твердых телах.
7. Кристаллографическое и кристаллохимическое описание твердых тел.
8. Зонные диаграммы. принципы построения.
9. Энергетический спектр электронов в твердом кристалле.
10. Построение зон Бриллюэна.



11. Построение поверхностей Ферми.

12. Зонная структура полупроводников.

13. Плотность квантовых состояний в зонах и их распределение по энергиям.

14. Экспериментальное подтверждение существования зонной структуры твердых тел.

15. Виды динамики твердых тел.

16. Континуальный анализ упругости твердых тел.

17. Определение упругого модуля твердого тела.

18. Атомистический анализ динамики кристаллической решетки.

19. Свойства твердых тел, формируемые фоновым спектром.

20. Эффекты ангармонизма колебаний атомов кристаллических решеток

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к написанию реферата

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список использованных источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д. Объем реферата – 15-20 страниц печатного текста, включая титульный лист, введение, заключение и список литературы.

Задачами реферата являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы с источниками литературы, их систематизация;

2. Развитие навыков логического мышления;



3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

При оценке реферата используются следующие критерии:

- новизна текста;
- обоснованность выбора источника;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соблюдения требований к оформлению.

Критерии оценивания реферата:

Отметка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Отметка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Отметка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод.

Отметка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Тематика рефератов выдается преподавателем, и студент выбирает тему самостоятельно в течение первых двух недель обучения.

Освоение дисциплины оценивается в форме зачета: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценки знаний студента на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.



Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85% тестовых заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее, чем на 70% тестовых заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее, чем на 51% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее, чем на 50% тестовых заданий



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Беданок, Р.А. Квантовая физика и элементы квантовой механики/ Р.А. Беданок.- С-Петербург: Лань, 2020.	ISBN 978-8114-4048-1
Артамонова, О.В. Химия твердого тела : учебное пособие / О.В. Артамонова. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 168 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/55066.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-89040-529-6	http://www.iprbookshop.ru/55066.html

8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Бутягин, П.Ю. Химическая физика твердого тела : учебное пособие / П.Ю. Бутягин. - Москва : Московский государственный университет, 2006. - 272 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/13047.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 5-211-04970-5	ISBN 5-211-04970-5
Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; под ред. Л.А. Алешина. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/26903.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-94836-327-1	http://www.iprbookshop.ru/26903.html
Антипин, М.И. Основы механики недеформируемого твердого тела. Кинематика и статика. Руководство к решению задач : учебное пособие / М.И. Антипин. - Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 161 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/90183.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 2227-8397	http://www.iprbookshop.ru/90183.html

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/> 2. Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru> 3. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/> 4. Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> 5. Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12>; 6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/> Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". - Москва, 2011 - - URL: <http://znanium.com/catalog> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <http://znanium.com/catalog/> IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". - Саратов, 2010 - . - URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. <http://www.iprbookshop.ru/586.html> Национальная электронная библиотека (НЭБ) :



федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: <http://nlr.ru/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. "... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени." (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) <https://нэб.рф/eLIBRARY.RU>. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. [/index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya](http://index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya) CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2014. - . - URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <https://cyberleninka.ru/>



9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие вопросы организации изучения дисциплины.

Изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных и практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, СРС. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Работа с конспектом лекций предполагает в рамках СРС просмотр конспекта (желательно в тот же день после занятий). Необходимо отметить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответ на затруднительный вопрос, используя рекомендованную литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться с материалом, необходимо сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам (в пределах времени СРС).

Программой предусмотрен лабораторный практикум. Углубление и конкретизация знаний производится при его проведении. Необходимым условием является самостоятельная работа студентов с использованием наглядных пособий, необходимой технической документации и литературы. Каждое занятие оснащается дидактическими материалами: плакатами, схемами. Основная цель проведения этих занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путём приобретения практических навыков. Лабораторные занятия выполняют следующие задачи: стимулируют регулярное изучение рекомендованной литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой; расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков; позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления; способствуют свободному оперированию терминологией; предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов. Углубление и конкретизация знаний производится при проведении лабораторных работ. Основным методом проведения этих занятий является самостоятельная работа студентов с использованием лабораторного оборудования, наглядных пособий, необходимой технической документации и литературы. Каждое занятие оснащается дидактическими материалами: плакатами, схемами. Содержание лабораторных занятий фиксируется в РПД в разделе 5.5, настоящей программы.

При подготовке к зачету в дополнение к изучению конспектов лекций, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету необходимо изучить теорию: определения всех понятий и законов до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Материалы и методические рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту преподавателем и библиотекой.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Autodesk AutoCAD Свободная лицензия
Microsoft .NET Framework 4.7 Свободная лицензия
Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095
PyCharm Community Edition Свободная лицензия
Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. - Москва, 2011 - - URL: http://znanium.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znanium.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. - Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, - от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации - служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населения России народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rmb-today) https://нэб.рф/
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2014. - . - URL: https://cyberleninka.ru/ - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. https://cyberleninka.ru/
Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. /index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp



Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. - Москва, 2011 - - URL: http://znanium.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znanium.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. - Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, - от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации - служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. /index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya



11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лаборатория физической и коллоидной химии (1-326) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Учебная установка по лабораторному практикуму по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»	Adobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk AutoCAD Свободная лицензияMicrosoft .NET Framework 4.7 Свободная лицензияMicrosoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO 02260-018-0000106-48095PyCharm Community Edition Свободная лицензияАнтивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401

